

196-1203

#3180
3/2/00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN THE APPLICATION OF

Steen M. Matzen

SERIAL NO: To be assigned

FILED: Herewith

FOR: Method for Testing an Electromagnetic
Flowmeter, and an Electromagnetic
Flowmeter Arrangement

BEST AVAILABLE COPY

10542 U.S. PTO
09/548026
04/12/00

CLAIM FOR PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

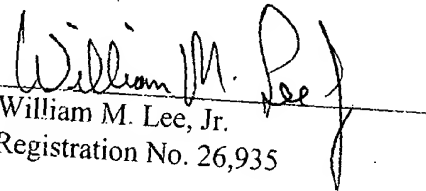
Dear Sir:

Under the International Convention, for the purposes of priority, applicant claims the benefit of German Application No. 199 17 268.4, filed April 16, 1999.

A certified copy of said application is appended hereto.

DATE: April 12, 2000

Respectfully submitted,


William M. Lee, Jr.
Registration No. 26,935

LEE, MANN, SMITH, MCWILLIAMS
SWEENEY & OHLSON
P.O. Box 2786
Chicago, Illinois 60690-2786
(312) 368-1300
Fax (312) 368-0034

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Bescheinigung

Die DANFOSS A/S in Nordborg/Dänemark hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zum Überprüfen eines elektromagnetischen Durchflußmessers und elektromagnetische Durchflußmesseranordnung"

am 16. April 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 01 F 25/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 23. Juni 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ebert'.

Aktenzeichen: 199 17 268.4

Ebert

jc542 U.S. PTO
09/548026
04/12/00

DA1176

D A N F O S S A/S
DK-6430 Nordborg

Verfahren zum Überprüfen eines elektromagnetischen
Durchflußmessers und elektromagnetische Durchflußmesseranordnung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überprüfen eines elektromagnetischen Durchflußmessers mit einem Meßrohr und einer Spulenordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes senkrecht zur Durchflußrichtung durch das
5 Meßrohr, bei der periodisch die Stromrichtung geändert wird. Ferner betrifft die Erfindung eine elektromagnetische Durchflußmesseranordnung mit einem Meßrohr, einer Spulenordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes im wesentlichen senkrecht zur Durchflußrichtung durch das
10 Meßrohr, einer Elektrodenanordnung im wesentlichen senkrecht zur Durchflußrichtung und zum Magnetfeld, einer Versorgungseinrichtung für die Spulenordnung, die eine Stromrichtungsumschaltanordnung aufweist, und einer Überprüfungseinrichtung.

15

Ein Verfahren und eine Durchflußmesseranordnung dieser Art sind aus GB 2 309 308 A bekannt. Hier wird eine Überprüfung dadurch vorgenommen, daß die normale Ver-

- bindung zwischen dem Meßrohr bzw. der Elektrodenanordnung und der Spulenordnung unterbrochen wird und ein externer Meßkreislauf angeschlossen wird. Während der Überprüfung ist also eine normale Messung nicht möglich. Auch besteht die Gefahr, daß durch das Auftrennen der Schaltung und das nachfolgende Verbinden wieder Fehler entstehen, die nicht erkannt werden. Die Überprüfung erfolgt dadurch, daß man den ohmschen Widerstand der Spulenordnung ermittelt, indem die Spule mit einer Spannung beaufschlagt wird. Sobald der ohmsche Widerstand bekannt ist, wird die Spannung abgeschaltet und man ermittelt die Induktivität der Spulenordnung durch Überwachen des Abklingens des Stromes.
- 15 US 5 639 970 beschreibt eine Stromauswahlschaltung für einen elektromagnetischen Durchmesser. Diese Schaltung ist in der Lage, in Abhängigkeit von dem gewählten Durchflußmesser den richtigen Strom und die richtige Frequenz auszuwählen. Die Entscheidung wird dadurch getroffen, daß die Antwort einer Spule auf eine Erregung mit relativ hoher Frequenz überwacht wird. Je schneller die Signalantwort ist, desto größer kann der Strom durch die Spulenordnung sein.
- 25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf möglichst einfache Art und Weise eine Überprüfung des Durchflußmessers zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß man nach der Änderung der Stromrichtung mindestens einen Parameter des Anstieges des Stromes ermittelt und diesen mit einem Referenzwert vergleicht.

Die Spulenanordnung bildet eine Induktivität. In einer Induktivität kann der Strom nicht "springen". Er benötigt also nach der Richtungsumkehr eine gewisse Zeit, bis er wieder auf seinem Soll-Wert ist. Der Anstieg des Stromes ist eine Art "Fingerabdruck" für den entsprechenden Durchflußmesser. Solange der Durchflußmesser ungestört, d.h. fehlerfrei, arbeiten kann, sind die Anstiegsverläufe mit einer sehr geringen Streubreite praktisch identisch. Erst bei Auftreten eines Fehlers elektrischer oder magnetischer Art wird sich der Anstiegsverlauf ändern. Dies ist dann aber ein Zeichen dafür, daß der Durchflußmesser möglicherweise ungenaue Meßergebnisse liefert und überprüft oder ausgetauscht werden muß. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß sowohl die elektrischen Eigenschaft als auch die magnetischen Eigenschaften überprüft werden, denn der Anstieg des Stromes wird sowohl von elektrischen als auch von magnetischen Einflüssen geprägt.

Vorzugsweise findet die Überprüfung während des Messens eines Durchflusses statt. Man muß also die Durchflußmessung nicht einmal unterbrechen und ist trotzdem in der Lage, praktisch laufend oder permanent eine Überprüfung vornehmen zu können. Dies hat darüber hinaus den Vorteil, daß der Durchflußmesser genau in dem Zustand überprüft wird, in dem er auch arbeitet.

Hierbei ist bevorzugt, daß der Referenzwert am Durchflußmesser selbst zu einem früheren Zeitpunkt ermittelt wurde. Man stellt also zu einem bestimmten Zeitpunkt, beispielsweise bei der Inbetriebnahme, den gewünschten Parameter fest und legt diesen als Referenzwert ab, so daß er für künftige Überprüfungsvorgänge zur Verfügung steht. Damit bekommt jeder Durchflußmesser einen individuellen Referenzwert, so daß die Überprüfung sehr ge-

nau erfolgen kann. Fehler, die sich aufgrund eines fehlerhaft vorgegebenen Referenzwertes ergeben können, kommen praktisch nicht vor.

- 5 Vorzugsweise wird als Parameter eine Zeitspanne verwendet, die zwischen zwei vorbestimmten Stromwerten verstreicht. Da der Anstieg des Stromes einer vorbestimmten physikalischen Gesetzmäßigkeit genügt, in der Regel einer e-Funktion, reicht es aus, die Anstiegszeit zwischen zwei Werten zu ermitteln, um eine zuverlässige Aussage über den Stromanstieg an sich zu gewinnen.
- 10

- Alternativ oder zusätzlich dazu kann man in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung als Parameter eine
- 15 Zeitspanne verwenden, die zwischen dem Umschalten der Stromrichtung und dem Erreichen eines vorbestimmten Stromwertes verstreicht. Der Zeitpunkt des Umschaltens ist sehr genau zu ermitteln. Man kann beispielsweise das Umschaltsignal auch als Triggersignal für einen
- 20 Zeitzähler verwenden. Der vorbestimmte Stromwert kann beispielsweise in der Nähe des maximalen Stromwertes liegen, d.h. in der Nähe des Stromes, der sich im Dauerbetrieb einstellt. Damit steht eine relativ große Zeitspanne zur Verfügung, so daß die Überprüfung entsprechend genau ausfallen kann.
- 25

- Mit Vorteil wird nach dem Umschalten eine erhöhte Spannung verwendet. Diese Spannung, auch als "Boost"-Spannung bezeichnet, beschleunigt den Aufbau des Magnetfeldes und ermöglicht somit, daß die eigentliche Messung
- 30 wieder schneller vorgenommen werden kann. Sie verändert zwar auch den Stromanstieg. Wenn aber der Stromanstieg immer auf die gleiche Art und Weise, d.h. mit der gleichen verstärkten oder "Boost"-Spannung vorgenommen

wird, kann man auch hier den Verlauf des Stromanstieges zur Überprüfung verwenden.

Mit Vorteil wird die Versorgungsspannung der Spulen-
5 ordnung ratiometrisch im Verhältnis zu einer Referenz-
spannung geregelt, die auch zur Ermittlung des Parame-
ters verwendet wird. Damit können Spannungsschwankungen
keinen negativen Einfluß auf das Überprüfungsergebnis
haben. Der Verlauf des Stromanstiegs ist dann trotz
10 möglicher Spannungsschwankungen, die natürlich mög-
lichst nicht auftreten sollten, der gleiche.

Alternativ oder zusätzlich zu den obengenannten Parame-
tern kann man als Parameter auch die Kurvenform des
15 Stromanstiegs verwenden. Dies erhöht zwar den Überprü-
fungsaufwand, erlaubt aber noch zuverlässigere Ergeb-
nisse.

Hierbei ist bevorzugt, daß man die Kurvenform durch zu
20 vorbestimmten Zeitpunkten ermittelte Stromwerte bildet.
Diese Stromwerte können beispielsweise in digitale Si-
gnale umgewandelt werden, die in einem Mikroprozessor
ausgewertet werden. Der Mikroprozessor kann dann die
Kurve für den gemessenen Aufbau des Spulenstromes mit
25 einer oder mehreren Referenzkurven vergleichen. Dadurch
wird eine Überwachung des gesamten Kurvenverlaufs er-
reicht. Eine von der Sollkurve abweichende Kurvenform
erlaubt es, Rückschlüsse dahingehend zu ziehen, ob eine
Abweichung im magnetischen Kreis oder in der elektri-
30 schen Schaltung vorliegt.

Vorzugsweise vergleicht man direkt aufeinander folgende
Stromanstiege miteinander. Damit gewinnt man zusätzlich
eine Information darüber, ob der Aufbau des Magnetfel-
35 des symmetrisch erfolgt.

Die Aufgabe wird auch durch eine elektromagnetische Durchflußmesseranordnung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Überprüfungseinrichtung Mittel
5 aufweist, die nach einem Umschalten der Stromrichtung mindestens einen Parameter des Anstiegs des Stromes in der Spulenordnung ermitteln und mit einem Vorgabewert vergleichen.

10 Wie oben im Zusammenhang mit dem Verfahren ausgeführt, ist der Anstieg des Stromes nach dem Umschalten der Stromrichtung in der Spulenordnung ein signifikantes Merkmal einer jeden Durchflußmesseranordnung. Dieses Merkmal bleibt, solange sich die Durchflußmesseranord-
15 nung nicht verändert, ebenfalls unverändert. Abweichungen deuten auf einen Fehler oder zumindest auf eine Ungenauigkeit hin. Wenn man den Anstieg oder einen davon abhängigen Parameter mit einem Vorgabewert vergleicht, kann man zuverlässig und vor allem frühzeitig Fehler
20 erkennen.

Vorzugsweise weist die Überprüfungseinrichtung einen Zeitzähler auf und als Parameter dient eine Anstiegszeit. Damit wird zwar nur eine einzige Größe bei jedem
25 Stromanstieg ermittelt. Diese ist aber zuverlässig genug, um eine aussagekräftige Überprüfung oder Überwachung zu ermöglichen.

Vorzugsweise weist die Überprüfungseinrichtung einen
30 Komparator auf, der den Strom oder eine davon abgeleitete Größe mit einem Vorgabewert vergleicht und der mit dem Zeitzähler verbunden ist. Der Komparator triggert also den Zeitzähler dann, wenn der Strom (bzw. eine damit zusammenhängende Spannung) einen festen Vorgabewert
35 erreicht. Der Zeitzähler hört dann auf zu zählen und

hat dann sozusagen die Zeitdauer bestimmt, die der Strom für seinen Anstieg benötigt hat.

Vorteilhafterweise ist der Zeitzähler mit einer Kontrolleinheit verbunden, die eine Fehlermeldung erzeugt, wenn die ermittelte Zeit um mehr als eine vorbestimmte Differenz von einem Vorgabewert abweicht. Eine exakte Übereinstimmung der Anstiegszeit wird sich nur in den seltensten Fällen erreichen lassen. Ein kleiner Toleranzbereich ist zugelassen. Wenn allerdings die einzelnen Zeiten außerhalb dieses Toleranzbereichs liegen, wird ein Fehler festgestellt.

Bevorzugterweise ist in Reihe mit der Spulenordnung ein elektrischer Widerstand angeordnet, dessen temperaturabhängiges Widerstandsverhalten umgekehrt proportional zu dem der Spulenordnung ist. Damit kann man Temperatureinflüsse auf den Spulenstrom kompensieren. Die Überprüfung kann also innerhalb eines größeren Temperaturbereichs mit einer höheren Genauigkeit arbeiten.

Vorzugsweise ist eine Zusatzspannungsversorgungseinrichtung vorgesehen, die über einen Umschalter mit der Versorgungseinrichtung verbunden ist. Nach dem Wechsel der Stromrichtung wird also zunächst einmal die Zusatzspannungsversorgungseinrichtung mit einer höheren Spannung verwendet, um den Spulenstrom aufzubauen. Erst wenn der Spulenstrom einen vorbestimmten Wert erreicht hat, wird wieder auf "normale" Versorgungsspannung zurückgeschaltet. In diesem Fall kann man auch das Umschalten auf die Zusatzspannungsversorgungseinrichtung als Startzeitpunkt für den Zeitzähler verwenden.

Auch ist bevorzugt, daß die Anordnung einen Analog/Digital-Wandler aufweist, der die analogen Werte im

Verhältnis zu einer Referenzspannung festlegt, deren Wert auch als Ausgangspunkt für die Festlegung von Spulenstrom und Spulenversorgungsspannung verwendet wird. Dadurch kann man ein konstantes Verhältnis zwischen der
5 Referenzspannung des Analog/Digital-Wandlers, dem Spulenstrom und der Spulenversorgungsspannung erhalten. Auf diese Weise erhält man eine hohe Meßgenauigkeit, ohne daß größere Ansprüche in Bezug auf die Stabilisierung der Referenzspannung, des Spulenstromes oder der
10 Spulenversorgungsspannung gestellt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Hierin zeigen:

15

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform mit einer Zusatz-Spulenversorgungsspannung,

20

Fig. 3 einen Kurvenverlauf für den Strom durch einen Stromregler,

25

Fig. 4 den gleichen Kurvenverlauf, nur über eine kürzere Zeitperiode und

Fig. 5 die Gegenüberstellung von zwei Stromverläufen.

30 Fig. 1 zeigt einen elektromagnetischen Durchflußmesser 1 mit einem Meßrohr 2, das senkrecht zur Zeichenebene durchströmt wird. Das Meßrohr 2 ist elektrisch isoliert. Senkrecht zur Strömungsrichtung ist eine Spulen-anordnung aus zwei Spulen 3, 4 angeordnet, die ein Magnetfeld zur Durchströmungsrichtung erzeugen, wenn die
35

Spulen 3, 4 von Strom durchflossen werden. Im Meßrohr 2 sind Meßelektroden 5, 6 und Erdungselektroden 7, 8 vorgesehen. Die Meßelektroden 5, 6 sind so angeordnet, daß sie eine Potentialdifferenz oder Spannung senkrecht zur Durchströmungsrichtung und senkrecht zum Magnetfeld erfassen. In an sich bekannter Weise steigt die Spannung zwischen den Elektroden 5, 6 mit zunehmender Geschwindigkeit des Fluids im Meßrohr 2 und mit zunehmendem Magnetfeld an.

10

Die Spulen 3, 4 sind in Reihe geschaltet und werden aus einer Spannungsquelle 9 mit einer Spannung V_{nom} versorgt, wobei die Richtung des Spulenstromes durch eine H-Brückenschaltung mit vier Schaltern 10-13 bestimmt wird, wobei jeder Schalter von einer Freilaufdiode 14-17 geschützt ist. Wenn der Strom im Gegenuhrzeigersinn (bezogen auf Fig. 1) durch die Spulenordnung 3, 4 fließen soll, dann werden die Schalter 10, 13 geschlossen. Die Schalter 11, 12 bleiben offen. Wenn die Stromrichtung umgekehrt werden soll, werden die Schalter 11, 12 geschlossen und die Schalter 10, 13 geöffnet.

Der Spulenstrom wird von einem Stromregler 18 geregelt, der einen konstanten Strom durch die Spulenordnung sicherstellen soll. Der Strom I durch die Spulenordnung 3, 4 wird dann über einen Meßwiderstand 19 geleitet. Die gemessene Spannung über den Meßwiderstand wird einem Komparator 20 zugeführt, dessen anderem Eingang eine konstante Spannung zugeführt wird, die aus einem Spannungsteiler aus drei Widerständen 21, 22, 23 gewonnen wird, an deren Eingang 24 eine Referenzspannung V_{ref} anliegt. Der Ausgang des Komparators 20 ist mit einem Zeitgeber 25 verbunden. Der Zeitgeber 25 ist darüber hinaus mit einer nicht näher dargestellten Steuer-

schaltung verbunden, die die Betätigung der Schalter 10-13 steuert.

Im übrigen sind die Meßelektroden 5, 6 mit einem Differenzverstärker 27 verbunden, dessen Ausgang mit einem Analog/Digital-Wandler 28 verbunden ist. Der Analog/Digital-Wandler 28 wird von der gleichen Referenzspannungsquelle 24 gespeist, wie der Spannungsteiler 21-23 auch. Er gibt an seinem Ausgang 29 digitale Werte für den ermittelten Durchfluß aus.

Wenn die Schalter 10-13 betätigt werden, also die Richtung des Stromes I durch die Spulenordnung 3, 4 umgekehrt wird, dann fängt der Zeitzähler 25 an, die Zeit zu zählen oder zu messen. Diese Zeitzählung wird solange fortgesetzt, bis die Spannung über den Meßwiderstand 19 gleich der Spannung über die Widerstände 22, 23 ist. Zu diesem Zeitpunkt gibt der Komparator 20 ein Signal an den Zeitzähler 25, der aufhört zu zählen und die ermittelte Zeit an seinem Ausgang 26 ausgibt.

Die ausgegebene Zeit wird verglichen mit einer früher, beispielsweise bei der Inbetriebnahme der Durchflußmesseranordnung ermittelten Zeit. Im ungestörten Betrieb sollte die aktuell ermittelte Zeit gleich der früher ermittelten Zeit sein und allenfalls ganz kleine Abweichungen innerhalb eines Toleranzbereichs aufweisen. Falls dies nicht der Fall ist, deutet dies auf eine Veränderung des Durchflußmessers hin, die einen Fehler beim Meßergebnis bedeuten könnte.

Um eine Temperaturschwankung zu kompensieren, kann man in Reihe mit den Spulen 3, 4 noch einen Widerstand mit negativen Temperaturkoeffizienten anordnen (nicht dargestellt). Damit bleibt der elektrische Widerstand des

Strompfades von der Spannungsquelle 9 zum Meßwiderstand 19 im wesentlichen gleich, unabhängig von der Temperatur, so daß hierdurch keine Änderungen bewirkt werden.

5 Fig. 2 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform. Die
Spulenordnung 30 ist mit der jetzt nur noch schema-
tisch dargestellten H-Brücke 32 verbunden, die zwischen
der Spannungsquelle 31, die eine Normalspannung V_{nom}
abgibt, und dem Meßwiderstand 35 geschaltet ist, der
10 seinerseits mit Masse verbunden ist. Die Widerstände
38-40 entsprechen den Widerständen 21-23. Der Kompara-
tor 36 entspricht dem Komparator 20 und der Zeitgeber
46 entspricht dem Zeitgeber 25.

15 In Abwandlung zu der Ausgestaltung nach Fig. 1 ist nun
eine Zusatzspannungsversorgung 44 hinzugekommen, die
eine Zusatzspannung V_{boost} liefert. Diese Zusatzspan-
nungsversorgung 44 wird über einen Umschalter 33 auf
die H-Brücke 32 gegeben und zwar von einem Zeitpunkt,
20 an dem die Stromrichtung umgekehrt wird, bis zu einem
Zeitpunkt, wo der Strom einen vorbestimmten Betrag wie-
der erreicht hat. Die Zusatzspannung V_{boost} ist höher
als die Normalspannung V_{nom} , so daß der Anstieg des
Stromes schneller erfolgt.

25 Der Stromregler 34 wird, genau wie bei der Ausgestal-
tung nach Fig. 1 auch, von einer Referenzspannung über
den Widerstand 40 des Spannungsteilers 37 geregelt.
Diese Spannung dient als Referenz.

30 Zusätzlich wird die Spannung über den Widerstand 40 ei-
nem weiteren Operationsverstärker 43 zugeführt, dessen
Ausgang mit der Zusatzspannungsversorgungseinrichtung
44 verbunden ist. Der andere Eingang des Operationsver-
35 stärkers 43 ist mit dem Mittelabgriff eines Spannungs-

teilers aus zwei Widerständen 41, 42 verbunden, der zwischen dem Ausgang 45 der Zusatzspannungsversorgungseinrichtung 44 und Masse angeordnet ist. Damit regelt der Ausgang des Operationsverstärkers 43 die Zusatzspannungsversorgungseinrichtung 44, die man auch als "Boost-Generator" bezeichnen kann.

Der Ausgang des Komparators 36 triggert nicht nur den Zeitzähler 46, sondern auch den Schalter 33, so daß in der Zeit nach dem Umschalten nicht nur die Zeitdauer ermittelt wird, die notwendig ist, damit der Strom seinen vorbestimmten Wert erreicht, sondern in dieser Zeit auch eine verstärkte Spannung verwendet wird. Diese verstärkte Spannung hat darüber hinaus den Vorteil, daß sie relativ genau ist. Alle Spannung werden nämlich auf die Referenzspannung V_{ref} bezogen.

Der Zeitzähler 46 ermittelt, wie gesagt, die Zeitdauer, die für den Anstieg des Spulenstromes nach dem Umpolen notwendig ist. Diese Zeit ist ein Maß für die elektrischen und magnetischen Eigenschaften des gesamten Systems. Diese Zeitdauer ist einzigartig für ein spezifisches System, eine Art "Fingerabdruck".

Dadurch, daß man für die Regelung des Spulenstromes und der Zusatzspannungsversorgungseinrichtung 44 die gleiche Referenzspannung V_{ref} als Basis verwendet, kann ein festes und präzises Verhältnis zwischen der Zusatzspannung und dem Spulenstrom erreicht werden. Wenn man gleichzeitig diese Referenzspannung zur Steuerung des Analog/Digital-Wandlers 28 (Fig. 1) verwendet, dann können sehr genaue Messungen erzielt werden. Die Meßgenauigkeit des Durchflußmessers wird verbessert und gleichzeitig kann man eine Überwachung der elektrischen

und magnetischen Kreise des Durchflußmessers durchführen.

Fig. 3 zeigt den Kurvenverlauf des Stromes I durch den
5 Meßwiderstand 19 in Fig. 1. Beim Umpolen der Stromrichtung werden die Spulen 3, 4 zunächst versuchen, den Strom mit seiner bisherigen Stärke zu halten. Aufgrund der Freilaufdioden 14-17 wird der Strom durch den Meßwiderstand 19 kurz das Vorzeichen wechseln, wobei der
10 Spulenstrom abfällt und die Richtung wechselt.

Fig. 4 zeigt die gleiche Kurve 47 in einem vergrößerten Maßstab, d.h. für einen kürzeren Zeitraum. Da der Anstieg des Spulenstromes einer bestimmten physikalischen
15 Gesetzmäßigkeit folgt, ist der Zeitraum T ein Maß, das mit ausreichender Zuverlässigkeit und Bestimmtheit Auskunft über den Anstieg des Spulenstromes gibt. Dieser Zeitraum T sollte bei jedem Umschalten gleich sein oder nur um einen kleinen Differenzbetrag von einem Sollwert
20 abweichen.

Natürlich kann man auch mehrere Messungen vornehmen und die Kurve 47 Punkt für Punkt aufnehmen, was zweckmäßigerweise mit einem nicht näher dargestellten Mikroprozessor geschieht. Damit kann man nicht nur den Parameter T ermitteln, sondern tatsächlich eine Kurvenform
25 vergleichen.

In Fig. 5 sind zwei Kurven dargestellt, von denen die
30 Kurve 47 bei fehlerfreiem Durchflußmesser erzeugt wird. In der Kurve 48 ist der Anstieg zu schnell, d.h. die Zeit T_F ist zu kurz. Die Kurve 47 ist mit ihrer Anstiegszeit T noch einmal miteingezeichnet, um die Unterschiede deutlich zu machen.

Die Erfindung kann außerdem mit mehreren stabilisierten Spannungen ausgeführt werden, die dann allerdings nur um relativ kleine Beträge (wenige Mikrovolt) voneinander abweichen dürfen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überprüfen eines elektromagnetischen Durchflußmessers mit einem Meßrohr und einer Spulenordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes senkrecht zur Durchflußrichtung durch das Meßrohr, bei
5 der periodisch die Stromrichtung geändert wird, dadurch gekennzeichnet, daß man nach der Änderung der Stromrichtung mindestens einen Parameter des Anstieges des Stromes ermittelt und diesen mit einem Referenzwert vergleicht.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfung während des Messens eines Durchflusses stattfindet.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzwert am Durchflußmesser selbst zu einem früheren Zeitpunkt ermittelt wurde.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Parameter eine Zeitspanne verwendet wird, die zwischen zwei vorbestimmten Stromwerten verstreicht.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Parameter eine Zeitspanne verwendet wird, die zwischen dem Umschalten der Stromrichtung und dem Erreichen eines vorbestimmten Stromwertes verstreicht.
5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Umschalten eine erhöhte Spannung verwendet wird.
10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsspannung der Spulenordnung ratiometrisch im Verhältnis zu einer Referenzspannung geregelt wird, die auch zur Ermittlung des Parameters verwendet wird.
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß man als Parameter die Kurvenform des Stromanstiegs verwendet.
20
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß man die Kurvenform durch zu vorbestimmten Zeitpunkten ermittelte Stromwerte bildet.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß man direkt aufeinander folgende Stromanstiege miteinander vergleicht.
- 30 11. Elektromagnetische Durchflußmesseranordnung mit einem Meßrohr, einer Spulenordnung zur Erzeugung eines Magnetfeldes im wesentlichen senkrecht zur Durchflußrichtung durch das Meßrohr, einer Elektrodenanordnung im wesentlichen senkrecht zur Durchflußrichtung und zum Magnetfeld, einer Versorgungseinrichtung für die Spulenordnung, die eine
35

- Stromrichtungsumschaltanordnung aufweist, und einer Überprüfungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfungseinrichtung Mittel (25, 46) aufweist, die nach einem Umschalten der Stromrichtung mindestens einen Parameter (T) des Anstiegs des Stromes in der Spulenordnung (3, 4, 30) ermitteln und mit einem Vorgabewert vergleichen.
- 5
12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfungseinrichtung einen Zeitzähler (25, 46) aufweist und als Parameter eine Anstiegszeit (T) dient.
- 10
13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfungseinrichtung einen Komparator (20, 36) aufweist, der den Strom oder eine davon abgeleitete Größe mit einem Vorgabewert vergleicht und der mit dem Zeitzähler (25, 46) verbunden ist.
- 15
14. Anordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitzähler (25, 46) mit einer Kontrolleinheit verbunden ist, die eine Fehlermeldung erzeugt, wenn die ermittelte Zeit (T) um mehr als eine vorbestimmte Differenz von einem Vorgabewert abweicht.
- 20
- 25
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe mit der Spulenordnung (3, 4; 30) ein elektrischer Widerstand angeordnet ist, dessen temperaturabhängiges Widerstandsverhalten umgekehrt proportional zu dem der Spulenordnung (3, 4; 30) ist.
- 30

16. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zusatzspannungsversorgungseinrichtung (44) vorgesehen ist, die über einen Umschalter (33) mit der Versorgungseinrichtung (32) verbunden ist.
- 5
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Analog/Digital-Wandler (28) aufweist, der die analogen Werte im Verhältnis zu einer Referenzspannung (V_{ref}) festlegt, deren Wert auch als Ausgangspunkt für die Festlegung von Spulenstrom und Spulenversorgungsspannung verwendet wird.
- 10

Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Überprüfen eines elektromagnetischen Durchflußmessers und ein Durchflußmesser angegeben mit einem Meßrohr (2) und einer Spulenordnung (3, 4) zur Erzeugung eines Magnetfeldes senkrecht zur Durchflußrichtung durch das Meßrohr (2), bei der periodisch die Stromrichtung geändert wird.

Hierbei möchte man auf einfache Art und Weise eine Überwachung ermöglichen.

10

Dazu wird nach dem Ändern der Stromrichtung mindestens einen Parameter des Anstieges des Stromes ermittelt und dieser mit einem Referenzwert verglichen. Der Durchflußmesser weist hierzu eine Überprüfungseinrichtung (20, 25) auf, die nach einem Umschalten der Stromrichtung mindestens einen Parameter (T) des Anstiegs des Stromes in der Spulenordnung (3, 4, 30) ermittelt und mit einem Vorgabewert vergleicht.

20

Fig. 1

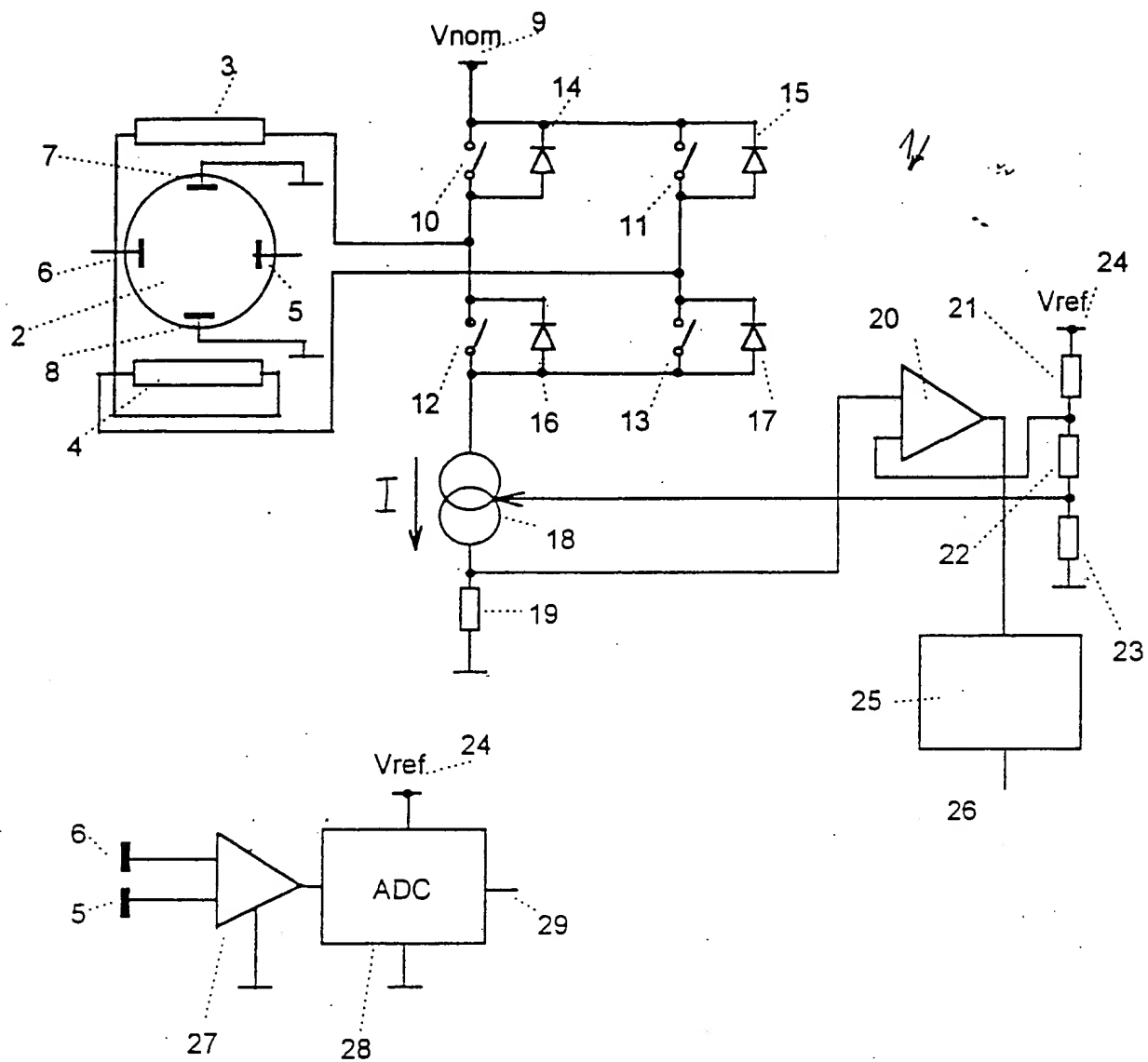


Fig.1

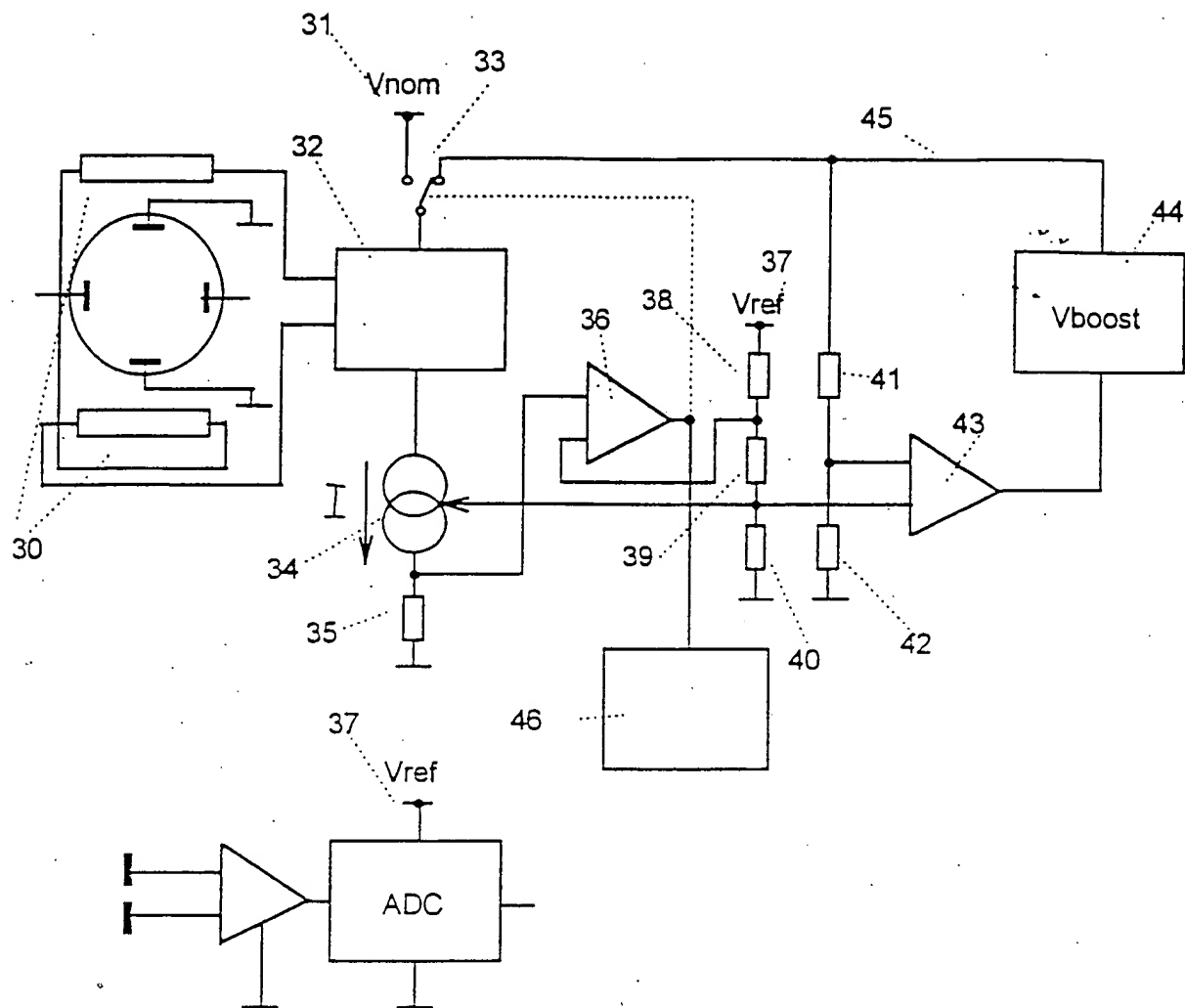


Fig. 2

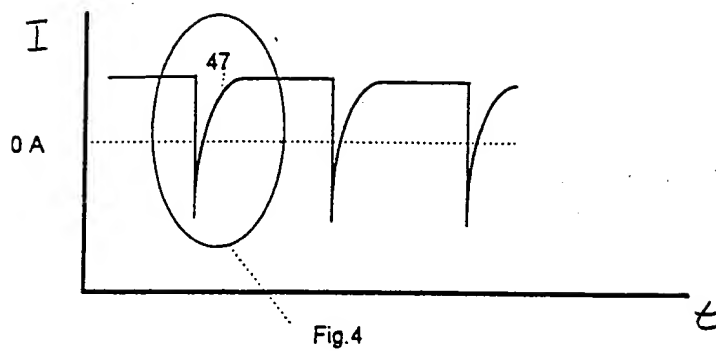


Fig. 3

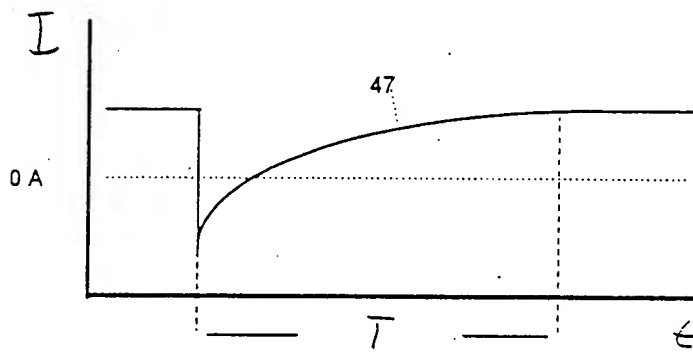


Fig. 4

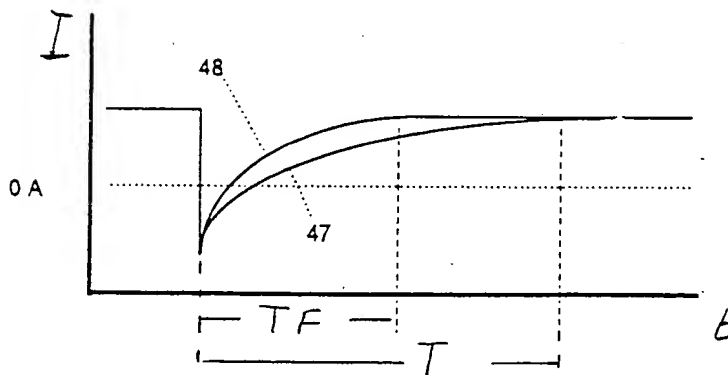


Fig 5